

Die Wissenschaft kehrt zurück

Computerschach-Forschung und das Buch von Ernst Heinz

»Schach ist für ein Spiel zu viel Ernst, und für Ernst zu sehr Spiel«
(G.E. Lessing)

Das kürzlich erschienene Buch »Scalable Search in Computer Chess« von Dr. Ernst A. Heinz repräsentiert den Stand der Computerschach-Forschung zu Beginn dieses Jahrtausends. CSS-Mitarbeiter Chrilly Donninger erläutert, warum er das Werk für einen neuen Computerschach-Klassiker hält.

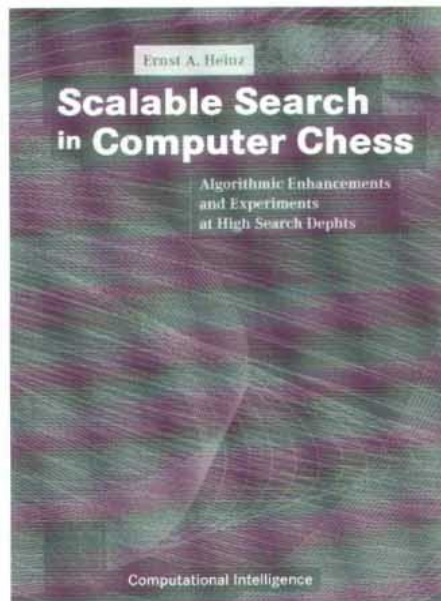
Zu Beginn der Computerschach-Ära, in den 60er Jahren, unterschieden sich Computer und Schlachtschiffe primär durch die Tatsache, daß Computer nicht schwimmen konnten. Wie Schlachtschiffe konnten sich nur die Militärs bzw. militärnahe Forschungseinrichtungen einen Computer leisten. Das entscheidende Problem der damaligen Programmierergeneration war: Wie komme ich überhaupt an den Computer ran.

Not macht erfinderisch, und so erfand man die Mär von Schach als Fruchtfliege der künstlichen Intelligenz. Die damaligen Programme versuchten tatsächlich, analog zu der menschlichen Spielweise vorzugehen. Es wurden auf Basis einfacher Kriterien ein paar Züge ausgewählt und diese weiter verfolgt.

Im Grunde hatte diese Methode aber nichts mit der Fruchtfliege, mit der Erforschung des menschlichen Geistes, zu tun. Die Rechenleistung der Landschlachtschiffe war einfach nicht ausreichend, um alle Züge ein paar Halbzüge tief verfolgen zu können.

Im Zuge der 70er Jahre wurden die Rechner wesentlich leistungsstärker und billiger. Praktisch alle Universitäten, und auch große Firmen und Banken, verfügten nun über ein eigenes Rechenzentrum. Universitätsangehörige konnten relativ leicht auf diese Rechner zugreifen. Die Vorstellung, daß jeder einen Rechner mit der Leistung eines Cray-Supercomputers zu Hause stehen hat, erschien damals aber noch als sehr ferne Utopie.

Alle namhaften Computerschach-Programme dieser Zeit wurden daher



von Universitäts-Teams geschaffen. Entsprechend dem akademischen Selbstverständnis publizierten sie die von ihnen erfundenen und eingesetzten Methoden. Manche, wie z.B. Hans Berliner, versuchten einen Spagat und wurden an den kritischen Stellen besonders kryptisch. Sie hatten damit ihrer akademischen Pflicht genüge getan und gleichzeitig der Konkurrenz relativ wenig verraten. Das dominierende Team Slate & Atkin dokumentierte jedoch die in ihrem Weltmeisterprogramm Chess verwendeten Methoden in mustergültiger Weise.

Aufgrund der gestiegenen Rechenleistung war es nun möglich, ein paar Halbzüge komplett durchzurechnen. Dieser sogenannte Brute-Force-Ansatz war den alten selektiven Methoden haushoch überlegen und wurde daher zum bestimmenden Computerschach-Paradigma.

PCs verändern die Welt

Die Mikrocomputer-Revolution zu Beginn der 80er Jahre veränderte die soziale Zusammensetzung der Schachprogrammierer-Elite grundlegend. Die besten Programme wurden nun von professionellen Programmierern wie Richard Lang, Ed Schröder oder den Spracklens geschrieben. Das endgültige Ende der Dinosaurier-Ära wurde im Jahre 1992 eingeläutet, als Ed Schröder in Madrid mit einem PC-

Programm den allgemeinen Weltmeistertitel errang.

Im Gegensatz zu den akademischen Teams gibt es für einen Computerschach-Profi überhaupt keinen Grund, sich in die Karten schauen zu lassen und seine Tricks zu veröffentlichen. Das Niveau der wissenschaftlichen Computerschach-Veröffentlichungen verfiel zusehends. Die etwas konnten, sagten nichts, und die etwas sagten, konnten nichts. So gibt es im Zeitraum 1990 bis 1998 nur einen wichtigen Artikel, nämlich meine Veröffentlichung des Nullmove-Algorithmus (der aber von Frans Morsch und anderen schon seit Jahren verwendet wurde). Die Information verlief über informelle Kanäle. Bei Computerschach-Turnieren tauschten die Programmierer bei einem Glas Bier ihre Tricks aus.

Die letzten Akademiker

An relevanten akademischen Gruppen waren nur mehr die Paderborner Computerschach-Forschungsgruppe und das Dark-Thought-Team der Universität Karlsruhe übriggeblieben. Der Schwerpunkt der Paderborner ist die massive Parallelisierung (bis zu 1024 Rechner). Damit spielen sie in einer eigenen Liga und beeinflussen das übrige Geschehen relativ wenig. Die Paderborner Ergebnisse werden in den nächsten Jahren aber immer wichtiger werden.

Das Dark-Thought-Team entwickelte auf einer Alpha-Workstation. Die hat zwar etwas mehr Saft und Kraft als ein Pentium-PC, die grundlegenden Probleme sind aber auf beiden Systemen identisch.

Dark-Thought ist auch zweifellos ein Spitzenprogramm. Ernst Heinz, die in den letzten Jahren treibende Kraft des Teams, hat nun zum großen Paukenschlag ausgeholt. Mit dem Buch »Scalable Search in Computer Chess« hat er eine leicht überarbeitete Version seiner Dissertation veröffentlicht. Dieses Buch ist die so dringend benötigte Darstellung des heutigen Wissensstandes im Computerschach. Wie aus dem Titel hervorgeht, beschäftigt es sich primär mit den neuesten Suchverfahren.

Die Brute-Force-Mär

Tatsächlich hat auch auf diesem Gebiet der Großteil der Entwicklung stattgefunden. Slate & Atkin hatten das Brute-Force-Schema zum Dogma erhoben. Mit dem weiteren Anwachsen der Rechenleistung wurden Brute-Force-Rechentiefen von zehn und mehr Halbzügen möglich.

Jede tiefer man die Varianten mit der Brute-Force-Methode berechnet, desto absurder werden sie. Beim Betrachten eines 10-Ply-Brute-Force-Suchbaumes kommt man aus dem Kopfschütteln nicht heraus. Wie kann man nur all diesen Aufwand für eine Variante betreiben, in der eine Seite gegenüber der Ausgangsstellung eine Dame im Rückstand ist und überdies im Schach steht? Je tiefer die Suche geht, desto wichtiger werden daher Methoden, die besonders schlechte Varianten mit möglichst geringem Aufwand durchsuchen. Das Ziel ist eine Synthese aus Brute-Force- und selektiven Methoden.

Nach einer allgemeinen Einleitung im Kapitel 0 gehen Kapitel 1 bis 3 sehr detailliert auf die heute gebräuchlichsten selektiven Methoden ein. Dies sind eine verfeinerte Null-Move Heuristik und sogenanntes *Futility Pruning*. Beim Null-Move verzichtet die Seite am Zug auf das Zugrecht. Es wird eine reduzierte Suche durchgeführt. Die gegnerische Seite konnte durch den Null-Move de facto zweimal hintereinander ziehen. Reicht dies für sie trotzdem nicht aus, um – gegenüber der Ausgangsposition – Ausgleich zu erlangen, so wird die weitere Suche abgebrochen. Ernst Heinz bespricht einige wichtige Verfeinerungen dieses Grundgedankens und mißt in einer Reihe von Experimenten die



Ernst A. Heinz bestand seine Doktorprüfung an der Universität Karlsruhe im Juli 1999 mit Auszeichnung und ist seit Herbst 1999 als »Postdoctoral Fellow« am *Laboratory of Computer Science* des *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) in Boston/Cambridge (USA) tätig.

Auswirkungen dieser Verbesserungen für Dark-Thought.

Der *Futility-Pruning*-Grundgedanke ist ebenfalls einfach. Ist die Seite am Zug nahe des Suchhorizontes schon stark ins Hintertreffen geraten, dann ist es in der Regel sinnlos, einen ruhigen Zug auszuführen. Nur Schlagzüge oder Schachgebote sind in der Regel in der Lage, das Gleichgewicht wieder herzustellen. Man spart sich daher die Ausführung von nicht-schlagenden und nicht-schachgebenden Zügen.

Ernst Heinz untersucht wieder genau, unter welchen Voraussetzungen man diese Methode am effektivsten anwenden kann. In Kapitel 3 behandelt er das Zusammenspiel dieser beiden selektiven Methoden. Bei Ver-

wendung beider Techniken ist es daher ohne weiteres möglich, daß ein modernes Schachprogramm für eine nominell zehn Halbzüge lange Variante effektiv nur vier Halbzüge tief rechnet, während andere scharfe Varianten auf Grund der ebenfalls verwendeten Erweiterungen 20 oder mehr Plies tief durchsucht werden.

Die Programme sind also längst nicht mehr tumbe Geschöpfe, die primitiv alles bis zu einer bestimmten Tiefe durchrechnen.

Endspiel-Datenbanken

Ein weiteres sehr aktuelles Forschungsgebiet sind Endspieldatenbanken. Heute liegen für alle 5-Steiner und für einige 6-Steiner die kompletten Ergebnisse vor. Das Wissen in diesen Datenbanken ist perfekt. Ohne weiteres Rechnen weiß das Programm, daß die betreffende Endspielstellung etwa ein Matt in 42 ist. Diese Datenbanken sind extrem groß. Die Kapitel 4 bis 6 behandeln die wichtigsten Methoden zur effektiven Nutzung dieser enormen Datenbestände.

Tiefsinniges

Der letzte Abschnitt des Buches beschäftigt sich mit dem sogenannten »Going-Deep«-Verhalten von Programmen. Der Sinn der selektiven Methoden – und von immer stärkerer Hardware – ist eine tiefere Berechnung. Wir wissen von zahlreichen Experimenten, daß eine Vergrößerung der Suchtiefe von etwa 6 auf 7 Halbzüge rund 200 Elo an Spielstärke bringt. Viele Computerschach-Experten waren aber in der Vergangenheit der Meinung, daß der Unterschied zwischen einer 13- und 14-Ply-Suche wesentlich geringer ist. Im Fachjargon



spricht man vom »Effekt des abnehmenden Grenznutzens«. Die Gültigkeit dieser Theorie hätte wichtige praktische Konsequenzen. Die doch deutliche Verbesserung der Schachprogramme in den letzten Jahren basiert – neben der Hardwareentwicklung – im Wesentlichen auf selektiveren Suchalgorithmen. Das eigentliche Schachwissen, die Bewertungsfunktion, ist kaum besser geworden. Wenn nun weitere Suchtiefen keinen deutlichen Leistungszuwachs mehr bringen, müßte man den Schwerpunkt der weiteren Entwicklung auf den Wissensteil verlagern.

Ernst Heinz hat zu diesem Thema selbst zahlreiche Experimente durchgeführt. Außerdem hat er bisher veröffentlichte Resultate für Schach, Othello und Dame einer genaueren Analyse unterzogen. Sein Ergebnis ist eindeutig. Zwar beobachtet man bei den meisten Experimenten einen leichten Rückgang des Ertrages. Dieser Rückgang ist aber innerhalb der statistischen Schwankungsbreite. Das Gesetz vom abnehmenden Grenzertrag kann daher mit den bisher veröffentlichten Daten *nicht* belegt werden. Tiefer suchen dürfte daher zumindest für die nächsten paar Jahre der Schlüssel zum Erfolg bleiben.

Was ist ein Schachbrett?

Die Frage, wie man im Computer ein Schachbrett speichert, ist keineswegs trivial. Ich persönlich habe seit Nimzo1 bereits vier verschiedene Methoden ausprobiert. Im Anhang beschreibt Ernst Heinz die in Dark Thought verwendete Bitboard-Darstellung. Das Brett wird dabei nicht als eine Einheit dargestellt. Man speichert vielmehr in einem Brett die Position der weißen Bauern, in einem weiteren jene der schwarzen, sowie zusätzlich noch die Positionen von weißen und schwarzen Bauern zusammen. Dies wird für alle Figuren und auch Figurenkombinationen gemacht. Der Vorteil: Man kann jedes Feld mit genau einem Bit darstellen (z.B. Bauer ist da oder nicht da). Ein einzelnes Sub-Brett benötigt also einen 64-Bit-Abschnitt. Computer sind besonders effektiv bei der Manipulation von Bits. Man kann auf diese Weise in sehr kompakter Weise z.B. alle Bauernzüge auf einmal erzeugen.

Die Alpha-Workstations besitzen einen 64-Bit-Prozessor. Dies ist die Voraussetzung für die Effektivität die-

ser Methode. Für die 32-Bit-Pentium-Prozessoren ist die Methode wenig geeignet. Nachdem die nächste Intel-Prozessorgeneration aber ebenfalls 64 Bit auf einmal bearbeiten kann, wird sie auch für die PC-Programme interessant.

Bikini numbawan bilong missis kwin

Wie aus dem Titel bereits hervorgeht, ist das Buch in Englisch geschrieben. Genaugenommen ist es kein Englisch, sondern das übliche Wissenschafts-Pidgin. Dieses Pidgin besteht aus ein paar Dutzend Fachbegriffen (in unserem Fall Ply, Alpha-Beta...) und ein paar hundert allgemeinen englischen Wörtern. Der Satzbau ist schlicht. Die Verwendung dieses Pidgin hat – wie jede Pidgin-Sprache – zweifellos ihre praktischen Vorteile. Selbst Franzosen können einem Pidgin-Text folgen, das Wörterbuch wird nicht abgenutzt. Betrachtet man Sprache allerdings als Haus der Seele, dann sind diese Pidgin-Wissenschaftstexte doch eine Plattenbausiedlung des realen Technokratismus.

In Papua-Neuginea hat man ähnliche Probleme wie im modernen Wissenschaftsbetrieb. Praktisch jedes Tal, jedes größere Dorf hat eine eigene Sprache (insgesamt sind mehr als 700 bekannt). Die einzige Lösung, um sich untereinander zu verständigen, ist

wieder ein Pidgin. Die Überschrift zu diesem Absatz ist ein Satz im Papua-Pidgin. »Bikini« stammt aus einer eingeborenen Sprache und bedeutet Kind. Der Rest ist Englisch, wobei sich die Schreibweise der Einfachheit halber eng an die Aussprache hält (man braucht ja auf keine überkommene Literatur Rücksicht nehmen). Der Satz bezeichnet eine bekannte Persönlichkeit. Wer ist es?

Leseempfehlung

Für (angehende) Schachprogrammierer ist das Buch von Ernst Heinz eine Pflichtlektüre. Für den reinen Benutzer von Schachprogrammen dürfte der Text aber wahrscheinlich zu technisch sein. In diesem Fall würde ich als Vorbereitungs-Lektüre das Buch »Schach am PC« von Friedel und Steinwender vorschlagen. Nach dem Studium von »Schach am PC« sollte man in der Lage sein, die wesentlichen Ideen des Heinz-Buches zu verstehen. Ernst Heinz hat damit einen Computerschach-Klassiker geschaffen.

Ernst A. Heinz: Scalable Search in Computer Chess.

Algorithmic Enhancements and Experiments at High Search Depths
Braunschweig/Wiesbaden: Verlag Vieweg 2000, 268 Seiten,
Preis: DM 98,- / öS 715,- / sFR 89,-
ISBN 3-528-05732-7